Г. А. ГАРТМАН

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ



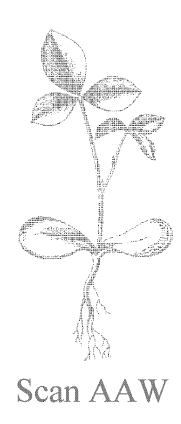
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 524

Г. А. ГАРТМАН

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭНЕРГИЯ"

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

УДК 621.37/39:63
Г 20

Кратко рассказывается о роли радиоэлектроники в народном хозяйстве. Приводятся краткие описания радиоэлектронных приборов и устройств, которые находят применение в сельском хозяйстве или могут быть в нем использованы.

Сведения, приведенные в брошюре, могут быть полезны радиолюбителям-конструкторам, занимающимся разработкой радиоэлектронных методов и приборов для применения их в производстве и переработке продуктов сельского хозяйства.

Брошюра предназначена для читателей, знакомых с радиоприборами.

Гартман Генрих Александрович
Радиоэлектроника в сельском хозяйстве.
М.—Л., издательство „Энергия", 1964.
32 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 524).
Тематический план 1963 г., № 329

Редактор *Л. А. Райкин* Техн. редактор *Н. А. Бульдяев*
Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 22/I 1964 г. Подписано к печати 6/IV 1964 г.
Т-04260 Бумага 84×108¹/₃₂ 1,64 п. л. Уч.-изд. л. 2,1
Тираж 21 000 экз. Цена 08 коп. Заказ 1043

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати
Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

С каждым годом внедрение электронных устройств в сельское хозяйство расширяется, внимание к электронике растет. В ближайшие годы в сельском хозяйстве все шире будут применяться уже существующие устройства и создаваться новые методы и аппараты с электронными и полупроводниковыми приборами.

Большой интерес проявляют к практическому применению радиоэлектроники в сельском хозяйстве также радиолюбители, о чем свидетельствуют радиолюбительские конструкции электронных приборов, экспонируемые на ежегодных Всесоюзных выставках радиолюбительского творчества. Многие из этих разработок получили уже путевки в практическую жизнь.

Описания электронных методов и устройств, предназначенных для работы в сельском хозяйстве, опубликованы в разных журналах, сборниках, брошюрах и книгах. Автор поставил перед собой задачу по возможности собрать эти разрозненные материалы и представить их в форме обзора, обратив внимание на широкие возможности применения радиоэлектроники в сельскохозяйственном производстве.

По этой причине в брошюре неравномерно освещены отдельные вопросы; наряду с более подробными описаниями отдельных приборов дается краткая информация о других приборах, применяемых в различных отраслях сельского хозяйства, в надежде на то, что и они могут быть полезны для читателей, интересующихся возможностями применения электронных устройств в сельскохозяйственном производстве. За исключением влагомера Свиридова все описания приборов содержат ссылки на библиографические источники, в которых они рассмотрены подробнее.

Вопрос о борьбе с радиопомехами, создаваемыми приборами, в состав которых входят генераторы высокочастотных колебаний мощностью от долей ватта до 50 *квт*, в брошюре не рассматривается. Однако следует иметь в виду, что все подобные устройства должны быть зарегистрированы в соответствующих органах Министерства связи и должны обеспечить минимум излучения радиопомех в соответствии с государственными стандартами.

Автор будет признателен читателям, приславшим свои отзывы, замечания и пожелания.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Территориальная разобщенность объектов сельскохозяйственного труда и специфические условия развития растений и животных требуют специальных, очень надежных и вместе с тем простых электронных средств измерения, контроля, управления, автоматики и связи.

Относительно широко радиоэлектроника применяется пока в сельскохозяйственной науке: электронные приборы позволяют наиболее полно исследовать жизнедеятельность растений и животных и изучать внешнюю среду растений — почву и приземный слой воздуха.

Большая работа по созданию электронных приборов для этих целей проводится в Агрофизическом институте Всесоюзной ордена Ленина Академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (АФИ ВАСХНИЛ).

В этом институте создана серия полупроводниковых приборов, с помощью которых измеряется и записывается температура на поверхности почвы и на различных ее глубинах, температура и влажность воздуха, количество падающего на растения и почву и отраженного от них тепла, количество испаряемой из почвы влаги, контролируется и поддерживается температура, влажность и освещенность в теплицах, парниках, животноводческих помещениях, в овоще- и зернохранилищах, измеряется температура поверхности листьев и стеблей растений, непрерывно регистрируется транспирация (интенсивность испарения воды листьями) растений. В регистраторах транспирации применены полупроводниковые микрогигрометры, электрическое сопротивление которых резко изменяется с изменением влажности. Такие миниатюрные датчики прикрепляются к поверхности листьев. По мере испарения меняется содержание влаги в листе и влажность датчиков, что регистрируется при помощи самопишущих приборов.

В том же институте создан объективный люксметр — прибор для измерения освещенности растений. В комплект прибора входят светочувствительный датчик с селеновым фотоэлементом, микроамперметр и светофильтры [Л. 1].

Ряд полупроводниковых приборов создан для контроля и автоматического регулирования условий произрастания растений и режима хранения и транспортировки сельскохозяйственной продукции и биологических объектов (сельскохозяйственных животных и птиц).

Широко могут использоваться в сельском хозяйстве ультрафиолетовые лучи. Интересное применение нашли они в шелководстве.

Под действием ультрафиолетовых лучей шелковичные коконы в темноте начинают флуоресцировать желтым, фиолетовым, зеленым и розовым цветами. Цвет люминесценции кокона характеризует качества шелковой нити и селекционные свойства шелкопряда. На этом свойстве коконов основана их автоматическая сортировка, предложенная кандидатом технических наук А. С. Парсаданяном

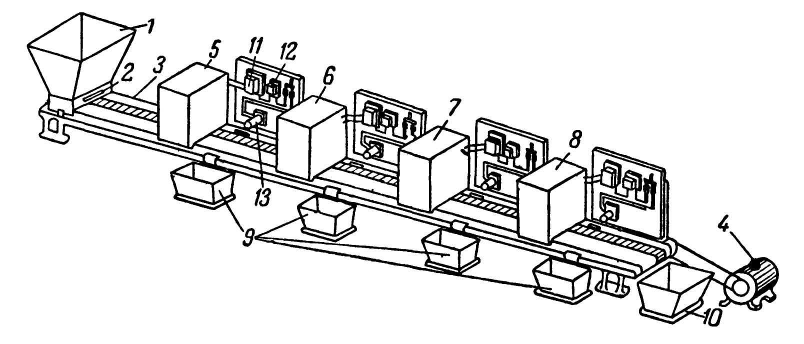


Рис. 1. Установка для автоматической сортировки коконов.

[Л. 2]. Схема установки приведена на рис. 1. Коконы из общего бункера *1* посредством механизма *2* подаются по одному на транспортер *3*, приводимый в движение от двигателя *4*. По мере продвижения транспортера коконы проходят поочередно через сортирующие установки *5*, *6*, *7* и *8*. Каждая установка автоматически выделяет коконы только одного цвета с помощью фотореле, схема которого приведена на рис. 2. Кокон облучается ультрафиолетовым потоком ртутно-кварцевой лампы типа ПРК-2, пропущенным через светофильтр *1*, который отсеивает видимую часть спектра. Лучи флуоресценции от поверхности кокона воздействуют через светофильтр *2*, пропускающий лучи только одного цвета, на фотоэле-

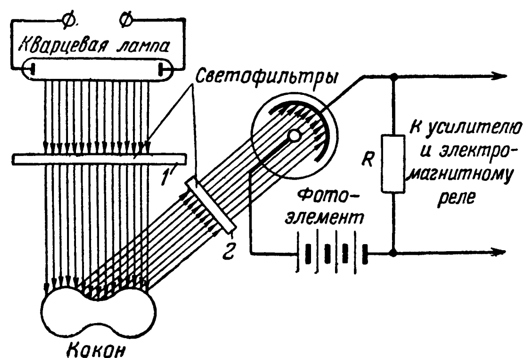


Рис. 2. Схема фотореле.

мент. Слабые фототоки, порядка $0{,}8 \cdot 10^{-5}$—$3 \cdot 10^{-5}$ *а*, усиливаются электронным усилителем *11* (рис. 1). Усиленный ток проходит через обмотку электромагнитного реле *12*, которое замыкает электрическую цепь исполнительного механизма *13*, сбрасывающего кокон в соответствующий бункер *9*. Коконы, флуоресцирующие недостаточно интенсивно, пройдя через все сортирующие установки, попадают в бункер *10*.

Использование ультрафиолетовых лучей связано с необходимостью контроля доз облучения. Для этой цели в Институте биологической физики АН СССР разработаны электронные приборы: ультрафиолетометр УФ-1 и ультрадозиметр УФ-2. В первом из них применен фотоэлемент с усилителем, лампа которого включена по схеме моста: внутриламповые сопротивления катод — анод и катод —

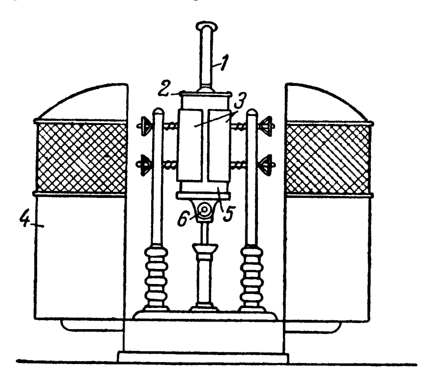


Рис. 3. Высокочастотный пастеризатор молока.

сетка служат двумя плечами моста. Второй прибор собран по самостабилизирующейся схеме с электрометрической лампой. Оба прибора питаются от батарей [Л. 2].

Также успешны оказались попытки применить токи высокой частоты для обработки продуктов сельского хозяйства.

В высокочастотном пастеризаторе (рис. 3) молоко протекает между пластинами конденсатора *3*, внутри которого имеется электрическое поле, создаваемое генератором высокой частоты, не показанным на рисунке. Пастеризатор состоит из молокопровода *1*, верхней крышки *2*, защитного кожуха *4*, стеклянного сосуда *5*, через который протекает молоко, и молокоприемного устройства *6*. Наилучший бактерицидный эффект достигается при частотах генератора от 50 до 100 *Мгц*. Расход электроэнергии на пастеризацию 100 *л* молока составляет 4,1—5,3 *квт·ч* [Л. 2].

В шелководстве токи высокой частоты применяют для замаривания куколки. Раньше чем куколка тутового шелкопряда превратится в бабочку, ее умерщвляют (иначе бабочка прогрызет кокон при выходе из него и испортит шелковую нить). Затем мертвую куколку надо высушить, чтобы от ее влаги не портился кокон. В поле высокой частоты влажное тело куколки нагревается значительно интенсивнее кокона, благодаря чему высокочастотное за-

маривание и сушка коконов дают улучшение качества сухих коконов и получаемого из них шелка-сырца. На 1 *кг* испаренной влаги из коконов расходуется 2,5 *квт·ч*, или 160 *квт·ч* на 1 *ц* сырых коконов. Продолжительность сушки коконов 7—8 *ч*. Установка мощностью 40—50 *квт* высушивает более 10 *т* сырых коконов в сутки.

По мере все более глубокого проникновения электроники в сельское хозяйство обнаруживаются самые неожиданные возможности ее применения. Так, например, электронный прибор оказался способным сигнализировать о начале роения пчел. Обычно в улье слышно гудение, состоящее из звуков различных частот в пределах от 100 до 600 *гц*. Английский биолог Вудс установил, что когда наступает период роения пчел, сила и тон гудения резко изменяются. Сила звука падает на 10 *дб*, а гудение становится монотонным в диапазоне частот 200—280 *гц*. На эти частоты и настроен сигнальный электронный прибор. Как только в улье возникают звуки этих частот, прибор подает звуковой или световой сигнал, сообщающий о наступлении периода роения пчел.

В средней Азии, Казахстане и Закавказье розовые скворцы истребляют несметные количества саранчовых вредителей, но они же опустошают и виноградники в период созревания винограда. Поэтому возникла необходимость защиты виноградников, не уничтожая скворцов. Было замечено, что птицы издают звуки, предупреждающие их об опасности. Такие звуки были записаны на магнитофонную ленту, а затем с помощью звуковоспроизводящего устройства с успехом использовались для отпугивания птиц, чем сохранялся урожай садов и виноградников.

Большие выгоды сулит применение ультразвука в сельском хозяйстве. Под воздействием ультразвуковых колебаний усиливаются процессы обмена веществ, ускоряется рост и развитие организмов, увеличивается урожайность полей. Ультразвуковые вибраторы применяют для стерилизации молока и воды; ультразвук определяет упитанность сельскохозяйственных животных, пастеризует молоко, удлиняет сроки хранения меда и сокращает сроки старения вина.

Как видно из изложенного, массовое применение радиоэлектронных устройств в сельском хозяйстве открывает большие перспективы. Большое значение в этом будет принадлежать радиолюбителям как сельским, так и городским.

КОНТРОЛЬНО-РЕГУЛИРУЮЩИЕ И СИГНАЛИЗИРУЮЩИЕ ПРИБОРЫ

Универсальный прибор для измерения температуры

В сельском хозяйстве находят применение электронные приборы для измерения, контроля и автоматического регулирования температуры, влажности, освещенности, уровня жидкости в баках и цистернах, уровня зерна в бункерах и других неэлектрических величин. Для этой цели наиболее экономичны, удобны в эксплуатации и долговечны приборы на полупроводниках, построенные по принципу измерительного моста.

Присоединяя к ним программную приставку или объединяя несколько схем, можно создать приборы для автоматического ре-

гулирования климатических условий теплицы, работы инкубатора, для измерения температуры почвы или зерна одновременно в разных местах или на разных глубинах.

Принципиальная схема одноточечного авторегулирующего и контрольного прибора, разработанного Е. Л. Шорниковым, приведена на рис. 4.

Датчик ММТ-4 (термосопротивление) образует одно плечо моста, сопротивление R_4 — второе плечо моста, сопротивление R_3 и часть переменного сопротивления R_1 — третье плечо, другая часть

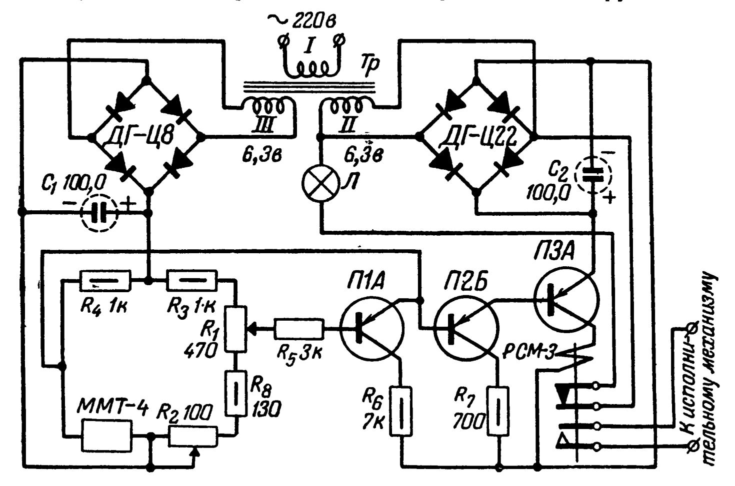


Рис. 4. Принципиальная схема авторегулирующего и контрольного прибора.

сопротивления R_1 и сопротивления R_2, R_8 — четвертое плечо моста. В диагональ моста включен усилитель постоянного тока на транзисторах, нагрузкой которого служит электромагнитное реле РСМ-3. Это реле включает и выключает сигнальные цепи и исполнительные механизмы (выключатели, контакторы и т. п.) нагревательной системы. Переменное сопротивление R_1 служит для задания температуры, при которой срабатывает реле РСМ-3 (сопротивление обмотки 120 *ом*). Вместо него можно применить другое реле с током срабатывания не более 60 *ма*.

Трансформатор питания *Тр* собран на сердечнике Ш-12×17 *мм*. Обмотка *I* содержит 5 500 витков провода ПЭЛ 0,13, обмотка *II* — 170 витков провода ПЭЛ 0,5 и обмотка *III* — 170 витков провода ПЭЛ 0,1.

В зависимости от диапазона регулируемой температуры применяют различные термосопротивления. Длина двухпроводной линии, соединяющей датчик с прибором, может быть до 500 *м*. Эту линию желательно экранировать.

Величины сопротивления моста подбираются так, чтобы мост был сбалансирован при температуре датчика, равной заданной на шкале переменного сопротивления R_1.

Если регулируемая температура меньше заданной по шкале сопротивления R_1, то в диагонали моста на входе усилителя будет положительное напряжение, реле РСМ-3 сработает и исполнительный механизм включит систему нагрева. Сигнальная лампа при этом будет выключена. Если измеряемая температура превысит заданное значение, то на входе усилителя будет отрицательное напряжение, реле выключит исполнительный механизм нагревателя и включит сигнальную лампу.

Для определения температуры поворачивают ручку сопротивления R_1 до момента включения или выключения лампы; в этом случае стрелка на ручке сопротивления покажет по шкале измеряемую температуру. Точность работы прибора во многом зависит от градуировки шкалы переменного сопротивления. Для повышения точности градуировки датчик помещают в термостат или сушильный шкаф с ручным регулятором температуры, которую проверяют по ртутному термометру, устанавливаемому в непосредственной близости от датчика.

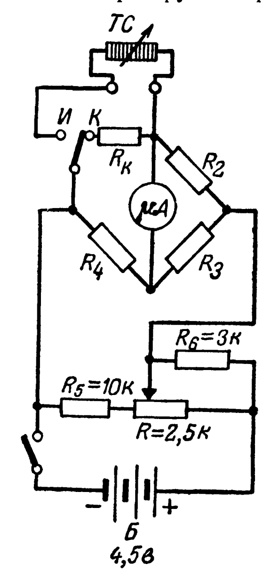


Рис. 5. Схема электротермометра.

В зависимости от назначения прибора в качестве датчика можно применить термопары или термобатареи, включенные по типовым схемам для авторегулирования температуры.

Подробное описание конструкции, налаживания и градуировки прибора имеется в [Л. 3].

Пахотный электротермометр

Полупроводниковый пахотный электротермометр [Л. 1] позволяет измерять температуру на различной глубине почвы в пределах, изменяемых от 0 до 50° С. Этим же прибором можно измерять температуру воды в водоемах и различных жидкостей в резервуарах. Электротермометр состоит из щупа-датчика температуры и измерительного устройства. Датчиком служит полупроводниковое термосопротивление ТС типа ММТ-4 и ММТ-6, которое заключено в защитный латунный наконечник, предохраняющий датчик от повреждения при его введении в почву. Наконечник ввернут в изоляционную втулку из текстолита. Втулка в свою очередь ввернута в металлическую трубку с ручкой на конце. На внешней стороне трубки нанесены деления, позволяющие определить глубину погружения датчика в почву или в жидкость.

С измерительным устройством датчик соединен гибким кабелем и штепсельным разъемом.

Измерительное устройство представляет собой неравновесный мост, три плеча которого состоят из манганиновых (проволочных) сопротивлений R_2, R_3 и R_4 (рис. 5), а в четвертое плечо включен датчик *ТС*. Источником питания служит батарея для карманного

фонаря. Величину контрольного сопротивления $R_к$ выбирают равной величине сопротивления датчика при наивысшей измеряемой температуре. При установке переключателя в положение K стрелка микроамперметра должна отклониться до крайнего деления шкалы. При температуре датчика, равной нижнему пределу измеряемого диапазона температур, мост должен находиться в равновесии, а стрелка прибора показывать нуль.

Электрический психрометр

Относительную влажность воздуха в теплое время года определяют обычно с помощью психрометра, состоящего из двух термометров — одного сухого, а другого обернутого увлажняемой тканью. На этом принципе основана работа дистанционного электрического психрометра с непосредственным отсчетом влажности [Л. 1]. Схема такого прибора представляет собой неравновесный мост, у которого в двух смежных плечах вместо сопротивлений R_2 и R_3 (рис. 5) включены два одинаковых термосопротивления — одно сухое, а другое увлажняемое. Два других плеча моста составлены из постоянных сопротивлений. В измерительную диагональ включен микроамперметр, проградуированный в процентах относительной влажности воздуха. Градуировку производят путем определения влажности с помощью двух термометров—сухого и смоченного для различных показаний микроамперметра.

Этим же прибором можно измерять температуру воздуха (по сухому термосопротивлению), для чего в схему вводят переключатель, а микроамперметр градуируют по показаниям сухого термометра, располагаемого рядом с сухим термосопротивлением.

Если дополнить прибор усилителем и исполнительным механизмом, тогда он сможет автоматически регулировать влажность теплицы, оранжереи, инкубатора и других закрытых помещений. Для этого в диагональ моста вместо микроамперметра нужно включить вход усилителя постоянного тока, а его выход к электромагнитному реле, которое будет воздействовать на исполнительный механизм системы увлажнения или осушения воздуха.

Сигнализаторы окончания доения коров

Радиолюбитель Б. Вялухин создал электронный сигнализатор окончания доения коров для доильной установки «Елочка» [Л. 4]. Емкостный датчик *Сд* (рис. 6) в виде стеклянной трубки диаметром 15—18 *мм*, на которую надеты два изолированных друг от друга металлических кольца K_1 и K_2 (служащие обкладками конденсатора), присоединенных с помощью короткого коаксиального гибкого кабеля параллельно кварцевой пластинке *Кв*, управляет работой лампового генератора. Датчик вставляют в резиновые шланги молокопровода взамен стеклянной смотровой трубки. При отсутствии молока в датчике емкость его минимальна и он не влияет на работу генератора, частота колебаний которого (2 170 *кгц*) определяется частотой колебаний примененного кварца. Когда через датчик начинает проходить молоко, емкость его увеличивается настолько, что колебания генератора срываются, что вызывает увеличение анодного тока лампы, срабатывание реле P и включение

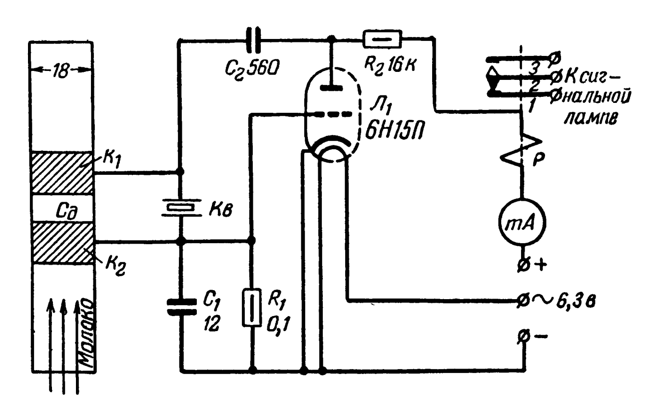


Рис. 6. Схема сигнализатора с емкостным датчиком.

сигнальной лампы. Выключение сигнальной лампы и наименьшее показание стрелочного прибора свидетельствует об окончании дойки.

Более сложную схему имеет прибор для тех же целей, созданный радиолюбителями Н. Лобацевичем, О. Петрухиным и Б. Кругликовым [Л. 4]. Этот прибор дает сигнал по истечении 15—20 *сек* после окончания дойки и не реагирует на паузы той же длительностью. Такое усложнение вызвано необходимостью приспособить его работу к различным физиологическим характеристикам животных.

Свет от лампы $Л_1$ (рис. 7) сквозь стеклянную трубку молокопровода доильного аппарата (не показанную на схеме) падает на

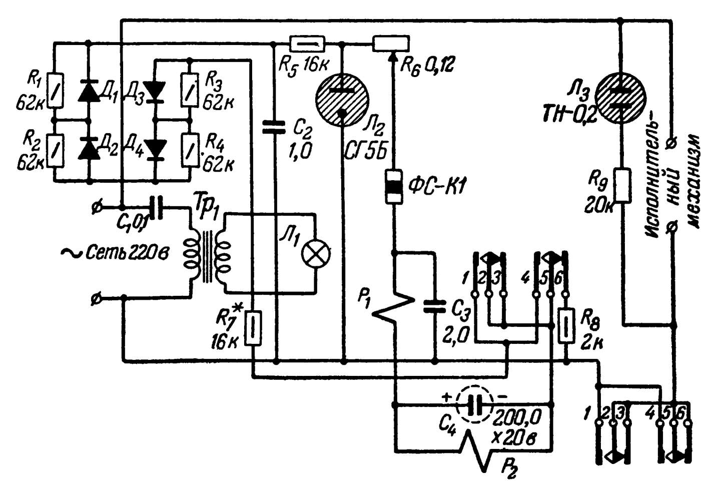


Рис. 7. Схема сигнализатора с фотоэлектронным датчиком.

фотосопротивление ФС-К1. Когда по окончании дойки в стеклянной трубке молоко не течет, через реле P_1 протекает наибольший ток, при котором реле срабатывает и контакты *1*, *2* и *4*, *5* замыкают цепь реле P_2. Контакты *1*, *2* и *4*, *5* этого реле включают неоновую лампу $Л_3$ и исполнительный механизм, который прекращает создание вакуума в доильном аппарате и автоматически снимает и отводит доильный аппарат в сторону. Реле P_1 и P_2 питаются от отдельных выпрямителей, собранных на полупроводниковых диодах ДГ-Ц27. Сопротивление R_6 позволяет регулировать порог срабатывания реле P_1. Изменением величин конденсатора C_4 и сопротивления R_7 можно подобрать время выдержки реле P_2 на срабатывание и отпускание.

Электронный счетчик удоя молока

Радиолюбители И. Черемис и А. Базилевич разработали электронный счетчик удоя молока «Псел», учитывающий индивидуально удой от каждого животного в доильных установках ДАЕ-16, ДАТ-12, ММД-100, УДС-1, карусельных и др. [Л. 4]. Прибор состоит из датчика трубки-молокопровода *Б* (рис. 8), в которую вмонтированы два серебряных электрода *А*, мультивибратора на транзисторах T_1 и T_2 и ячейки памяти *В*.

При доении молоко проходит по молокопроводу доильного аппарата порциями с частотой следования 50—80 порций в минуту. С такой же частотой замыкаются протекающим молоком контакты *А* датчика, и мультивибратор создает серию импульсов, длительность которой определяется временем прохождения порции молока в датчике. Электрические импульсы со вторичной обмотки трансформатора Tp_1 выпрямляются диодом $Д_1$. После определенного числа импульсов конденсатор C_3 заряжается до напряжения зажигания газового разрядника (в качестве разрядника можно использовать неоновую лампу). Зажигание разрядника вызывает срабатывание импульсного счетчика *Г*. Так как число импульсов тока пропорционально количеству молока, прошедшего через молокопровод, счетчик *Г* отсчитывает объем надоенного молока. В приборе может быть применен серийный электромеханический счетчик импульсов типа СБ.

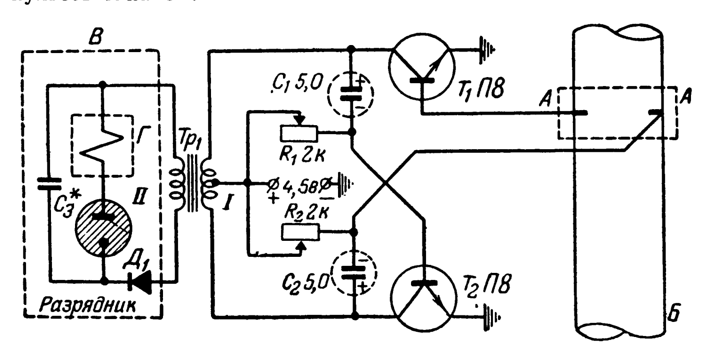


Рис. 8. Схема электронного счетчика удоя молока.

Прибор градуируют путем подбора емкости конденсатора C_3. Трансформатор Tp_1 выполнен на ферритовом сердечнике Ш-9. Первичная обмотка трансформатора имеет 30 × 2 витков провода ПЭЛ 0,25; вторичная — 1 440 витков провода ПЭЛ 0,09. Питается прибор от батареи для карманного фонаря. Потребляемый ток не превышает 15 *ма*. Прибор включается автоматически, как только молоко начинает проходить через датчик *Б*.

Прибор «Псел» был испытан в колхозе «Путь к коммунизму» Ульяновского района Сумской области, а за его разработку авторы награждены на XVIII Всесоюзной радиовыставке первым призом и дипломом первой степени.

Измеритель толщины сала у живых свиней

В свиноводстве большое значение имеет возможность определения толщины сала и мяса у живых свиней, а следовательно, их упитанности. Для этой цели широкое применение нашли ультра-

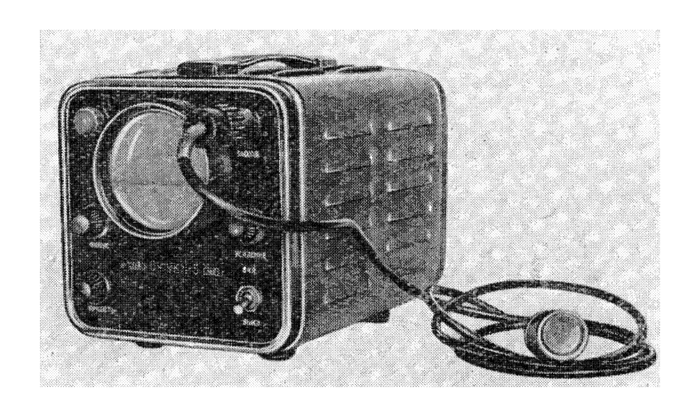


Рис. 9. Ультразвуковой определитель упитанности ОУ-УКН-5.

звуковые приборы, работающие на принципе ультразвуковых дефектоскопов, применяемых для выявления дефектов в толще металла.

Малогабаритный определитель упитанности свиней ОУ-УКН-5 (рис. 9) разработан сотрудниками Кишиневского научно-исследовательского института электротехнической промышленности совместно с Новочеркасским зооветеринарным институтом [Л. 5, 6]. Он позволяет определять толщины шпика и мышечной ткани до 120 *мм* с точностью до 0,5 *мм*. Питается прибор от сети переменного тока 110, 127 или 220 *в*; потребляемая мощность 32 *ва*.

Прибор состоит из генератора импульсов, усилителя, приемника, генератора развертки, электронно-лучевой трубки, искательной головки и блока питания.

Генератор импульсов, выполненный на тиратроне ТГ-1-0,1/1,3, создает кратковременные импульсы частотой 1,8 *Мгц*, которые в пьезоэлектрическом преобразователе искательной головки создают ультразвуковые колебания. Эти колебания при соприкосновении искательной головки через слой контактной смазки (касторовое масло, солидол и др.), создающей акустический контакт с кожей животного, проникают внутрь тела. Часть энергии ультразвуковых колебаний отражается от границы шпик-мясо, часть — от границы мясо-кости. Оба отраженных импульса в разное время поступают обратно на пьезоэлектрический преобразователь, где превращаются в электрические колебания, которые после усиления в двухкаскадном усилителе высокой частоты, детектирования и усиления видеоусилителем попадают на вертикальную отклоняющую систему электронно-лучевой трубки. По расстоянию на экране между пиками основного сигнала и эхо сигналов определяют толщину слоев жира и мяса животного. Первые приборы калибровали на мясокомбинате путем сравнения показаний прибора, полученных при измерениях на живых свиньях, и результатов непосредственного измерения линейкой толщины сала и мяса у тех же свиней после их вабоя.

Прибор пригоден также для определения интенсивности роста и жироотложения у свиней.

Другой прибор типа ОУ-УНК-6 предназначен для мясокомбинатов. Он дополнен системой индикаторных ламп, по которым можно определять категорию упитанности: тощая — с толщиной жира до 2 *см* (в области 6—7 ребра), мясная — от 2 до 4 *см* и жирная — более 4 *см*. При приложении щупа к коже свиньи на приборе загорается лампа, соответствующая категории упитанности. Для контроля служит электронно-лучевая трубка, на экране которой так же, как и в приборе ОУ-УКН-5, можно отсчитать толщину сала в миллиметрах.

ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ И ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Прибор для определения жирности молока

Радиолюбители И. Черемис и А. Базилевич создали простой экономичный прибор для определения жирности молока [Л. 4]. Действие его основано на изменении электрических свойств молока от его жирности.

Колебания частотой 1 *Мгц* генератора, собранного на транзисторе T_1 (рис. 10), через трансформатор $Тр_1$ подаются на делитель напряжения, состоящий из емкостного датчика $C_д$ и конденсатора C_2. Датчик представляет собой стеклянный сосуд емкостью 1 $см^3$, по бокам которого имеются две металлические пластинки — обкладки конденсатора.

В этот сосуд наливают исследуемое молоко. Емкость конденсатора C_2 подбирают равной емкости датчика $C_д$, заполненного молоком с жирностью, равной двум жироединицам. Затем измерительный мост, образованный двумя транзисторами T_2, T_3 и сопротивлениями R_4, R_5, R_6, балансируют переменным сопротивлением R_5 так, чтобы стрелка индикатора установилась на нуль. Если затем

датчик заполнить молоком жирностью, отличной от двух жироединиц, баланс моста нарушится и стрелка прибора отклонится пропорционально жирности исследуемого молока.

Катушку L_1 наматывают на сердечник СБ-5; она содержит 180 витков провода ПЭЛШО 0,12 с отводами от 45 и 90 витков.

Катушка L_2 намотана на каркасе, в качестве которого можно применить керамический стержень от непроволочного сопротивления ВС-0,5, предварительно счистив шкуркой слой лака с сопротивле-

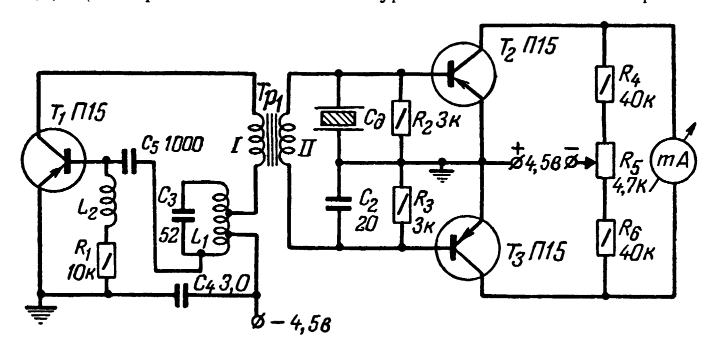


Рис. 10. Схема прибора для определения жирности молока.

ния. Обмотка имеет три секции по 130 витков или две секции по 180 витков провода ПЭЛШО 0,1. Ширина секций 4 *мм*, расстояние между ними 1 *мм*. Трансформатор $Тр_1$ выполнен на ферритовом сердечнике Ш-9. Его первичная обмотка имеет 30 витков провода ПЭЛ 0,25, а вторичная — 210 витков провода ПЭЛ 0,12. Питается прибор от батареи для карманного фонаря. Потребляемый ток — 30 *ма*. Прибор с батареей питания весит около 0,5 *кг*.

Электронные влагомеры

Работа всех электронных влагомеров основана на косвенных методах количественной оценки влажности, а именно: на измерении электрических свойств материалов, изменяющихся в зависимости от степени их влажности [Л. 7].

Большинство материалов в сухом виде относится к диэлектрикам. Изменение влажности приводит к изменению диэлектрической проницаемости материала, а это в свою очередь вызывает изменение емкости конденсатора, в котором испытуемые материалы используются в качестве диэлектриков.

В емкостных влагомерах наиболее распространен метод замещения, при котором измеряемая величина замещается равновеликой известной величиной. Например, в измерительный колебательный контур, одним из элементов которого служит емкостный датчик, параллельно ему подключается конденсатор переменной емкости. После внесения измеряемого материала емкость датчика увеличивается и изменяется настройка контура. Для восстановления первоначальной настройки контура, например для возвращения его к резонансу, емкость переменного конденсатора уменьшают.

По величине уменьшенной емкости оценивают влажность материала. Шкалу конденсатора переменной емкости можно проградуировать в процентах влажности.

Из влагомеров, использующих метод замещения, наиболее точные резонансные, работающие на принципе нулевых биений. Два генератора высокой частоты, настроенные в резонанс, создают в смесительном контуре нулевые биения.

После заполнения измеряемым материалом емкостного датчика одного из генераторов частота его контура изменяется. Для того чтобы получить вновь нулевые биения, нужно изменить частоту контура другого генератора путем подстройки его контура конденсатором переменной емкости, шкала которого отградуирована в процентах влажности.

Точность измерения влагомера зависит от точности настройки обоих контуров в резонанс, от устойчивости и постоянства частоты генератора и от чувствительности индикатора резонанса. Изменение емкости датчика при измерении влажности материала в большинстве случаев не превосходит десятков пикофарад, поэтому оно оказывает влияние на настройку контура только при достаточно высокой частоте колебаний генераторов.

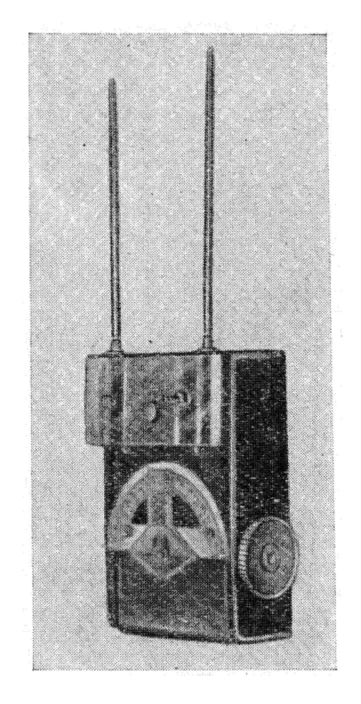


Рис. 11. Влагомер Свиридова.

На принципе биений построен очень экономичный, малогабаритный и легкий влагомер (рис. 11), разработанный радиолюбителем А. Свиридовым и отмеченный на XVII Всесоюзной радиовыставке дипломом первой степени и поощрительным призом.

Влагомер А. Свиридова пригоден для измерения влажности зерна, муки, крупы, минеральных удобрений и других сыпучих материалов, а также волокна и хлопка-сырца. Питается прибор от батареи для карманного фонаря.

Схема влагомера приведена на рис. 12. Транзисторы T_1 и T_2 с контурами L_1, C_1, $C_д$ и L_4, C_4, C_6, C_8 образуют два генератора высокой частоты.

Биения звуковой частоты усиливаются транзисторами T_3 и T_4, в коллекторные цепи которых можно включить телефон или громкоговоритель ДЭМ-4 или ДМШ-1. Катушки L_1, L_2 и L_3 наматывают «внавал» на один сердечник СБ-1 или ферритовое кольцо Ф-600 диаметром 8—10 *мм*, а катушки L_4, L_5 и L_6 — на другой такой же сердечник. Катушки L_1 и L_2 имеют по 40+150 витков, L_2 и L_5 — по 40 витков, L_3 и L_6 — по 2 витка провода ПЭ 0,1. Конденсаторы C_2, C_3 и C_5 типа КДС, C_1 и C_4 — подстроечные с воздушным диэлектриком, а C_3 и C_8 — подстроечные типа КПК-1 (для расшире-

ния пределов измерения влажности). На конце оси конденсатора C_4 укреплен указатель из толстого органического стекла, поворачивающийся вместе с осью над неподвижной шкалой.

При налаживании прибора необходимо получить нулевые биения при незагруженном датчике и при наполовину введенных пластинах конденсатора C_1 и начальном положении указателя конденсатора C_4. Этого можно достигнуть удалением части пластин ротора и статора в конденсаторах C_1 и C_4.

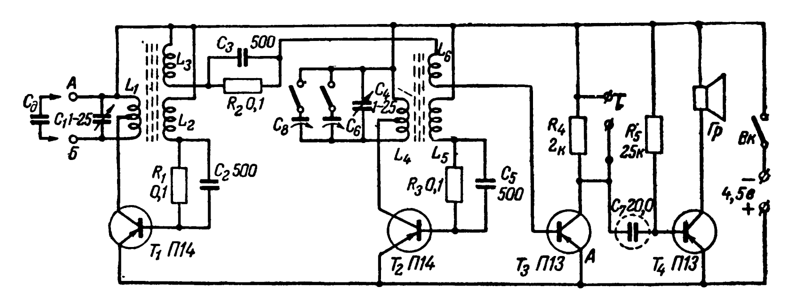


Рис. 12. Схема влагомера.

Влагомер градуируют путем засыпки в датчик материала известной влажности. По полученным данным составляют таблицу перевода градусов шкалы в проценты влажности. Градуировку проводят отдельно для каждого датчика и материала. На постоянство градуировки влияет температура окружающего воздуха, поэтому желательно снабдить влагомер термометром.

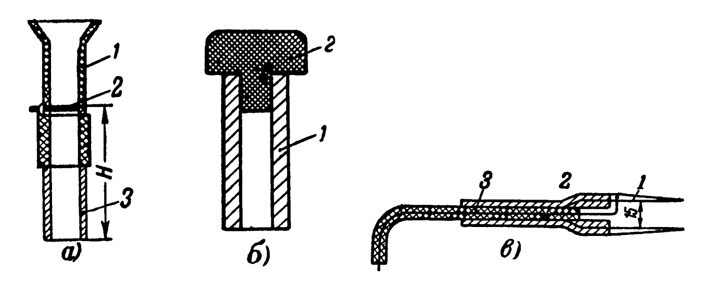


Рис. 13. Емкостные датчики.

а — с самоуплотнением; *б* — с принудительным уплотнением; *в* — щуп.

Емкостные датчики могут быть выполнены в виде щупов длиною 12—18 *см*, вставляемых в гнезда *А* и *Б* (рис. 11), или в виде коробки из диэлектрика, вдоль боковых стенок которой крепятся металлические полосы, служащие обкладками конденсатора.

На рис. 13,*а* показана конструкция емкостного датчика с самоуплотнением. В бункер *1* из изоляционного материала поступает зерно (или другой сыпучий материал). При открывании заслонки *2* зерно попадает в пространство между металлическими пластинками

конденсатора *3*, где оно самоуплотняется благодаря падению с постоянной высоты *H*.

На рис. 13,*б* приведена конструкция емкостного датчика с принудительным уплотнением для измерения влажности хлопка, сена и других волокнистых материалов. Датчик состоит из двух параллельных пластин конденсатора *1* и вкладыша-крышки *2* из диэлектрика для уплотнения материала. Расстояние между пластинами берется 20—30 *мм*, ширина пластин 70—80 *мм*, высота 100 *мм*.

На рис. 13,*в* показана конструкция емкостного датчика-щупа. Пластинами конденсатора служат два заостренных электрода *1*, вмонтированные в рукоятку *2* из изоляционного материала. Через центральное отверстие рукоятки проходит гибкий коаксиальный кабель *3* для присоединения датчика к измерительному устройству.

Электроды датчиков, соединяемые с гнездом *Б* влагомера, следует покрыть пленкой из эмали, капрона, клея БФ или другого изоляционного материала.

Автоматический влагомер

Автоматизация сушки зерна требует непрерывного контроля его влажности в потоке и автоматического регулирования режима сушки. Эти задачи выполняются автоматическими влагомерами. Схема одного из таких влагомеров ОТИ-2, разработанного П. Платоновым и А. Пикерсгилем, приведена на рис. 14 [Л. 8].

Первый вариант этого влагомера испытан на зерносушильной установке Ленинградского мелькомбината имени С. М. Кирова. Погрешность в показаниях прибора по сравнению с результатами измерений стандартным методом (ГОСТ 3040-55) оказалась меньше 0,4%. Рабочая частота генератора, собранного на лампе $Л_1$, равна 26 *Мгц*. Если длина кабеля, соединяющего датчик с приемником, превышает 25 *м*, целесообразно генератор собрать по схеме рис. 15, в которой пентодная часть лампы 6Ф1П включена так же, как и в предыдущей схеме, а триодная служит катодным повторителем с выходом, рассчитанным на линию с волновым сопротивлением 600 или 300 *ом*. Гетеродин преобразовательного каскада собран на триодной части лампы $Л_2$.

Преобразовательный каскад нагружен на дискриминатор, позволяющий подстраивать его в широкой полосе захвата и получать большую крутизну характеристики дискриминатора. Благодаря этому система автоподстройки прибора работает в диапазоне частот до 1,2 *Мгц* в каждую сторону. Связь между контурами L_4C_{24} и L_5C_{25}, добротностью 200, установлена из условий максимальной крутизны дискриминатора. Контуры $L_6C_{32}R_{18}$ и $L_7C_{31}R_{19}$ добротностью 25, связаны между собой, исходя из условий ширины захвата. Контуры дискриминатора настраивают на частоту 5,15 *Мгц*. Выход дискриминатора соединен со входом усилителя электронного потенциометра ПСР1-01. Частота колебаний, генерируемых лампой $Л_1$, зависит от величины емкости датчика, которая в свою очередь зависит от диэлектрической проницаемости зерна. Изменение емкости датчика вызывает изменение разности частот генератора и гетеродина. При разности частот генератора и гетеродина, равной 5,15 *Мгц*, напряжение на выходе дискриминатора равно нулю, и система находится в равновесии. При нарушении равновесия на

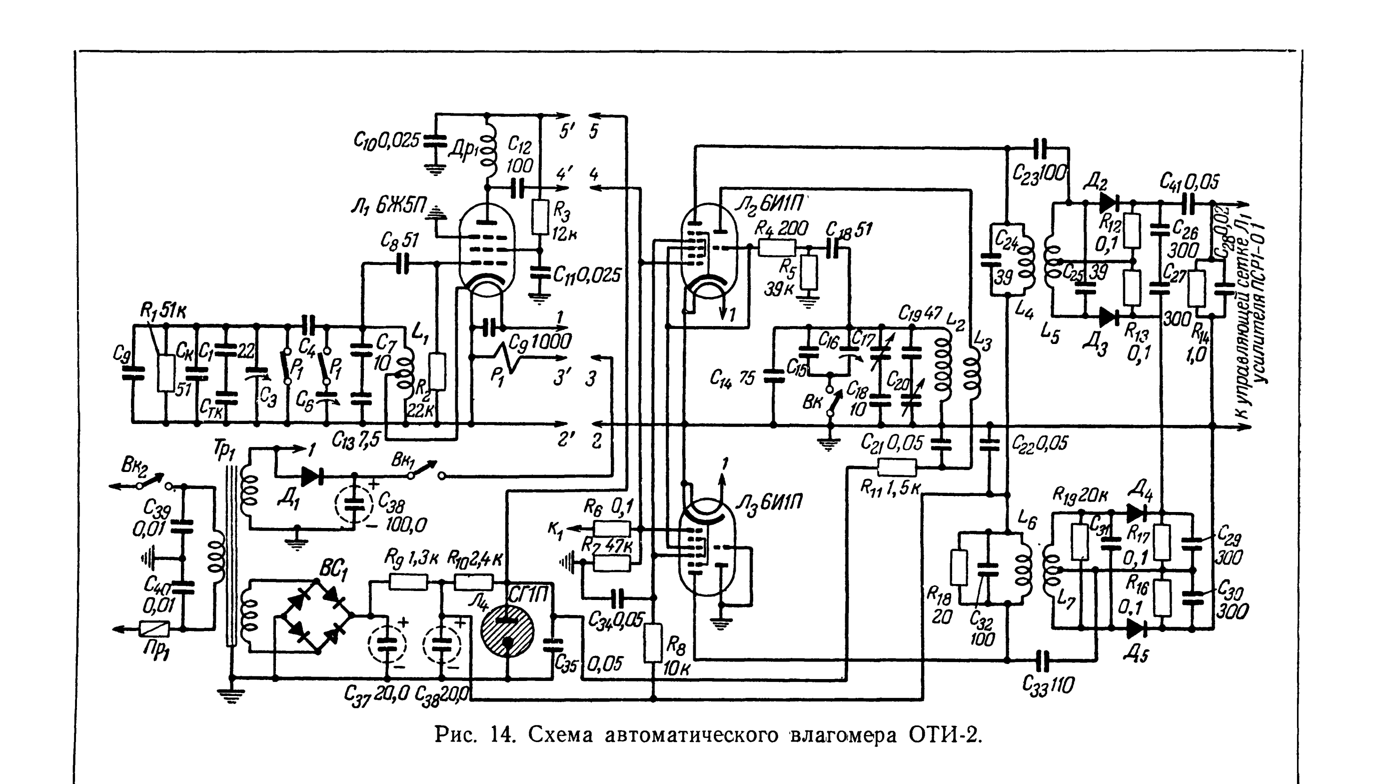


Рис. 14. Схема автоматического влагомера ОТИ-2.

выходе дискриминатора появляется положительное или отрицательное постоянное напряжение.

Так как высокочастотное напряжение модулируется частотой 50 *гц* с делителя напряжения R_6R_7, то на вход усилителя ПСР1-01 будет подаваться переменная составляющая, фаза которой зависит от знака постоянного напряжения на выходе дискриминатора. Благодаря этому подвижная система потенциометра придет во вращение, направление которого зависит от фазы сигнала. При

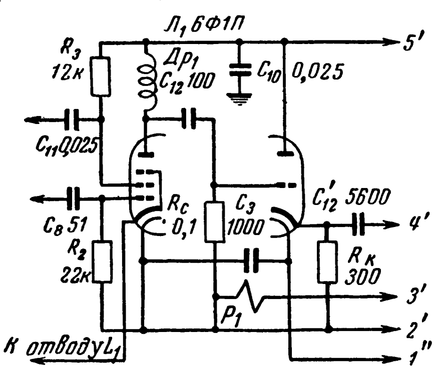


Рис. 15. Вариант схемы генератора ВЧ.

наладке прибора направление вращения выбирают таким, чтобы изменением емкости конденсатора C_{20}, подвижные пластины которого укреплены на главном валу потенциометра, восстановить разность частот генератора и гетеродина, равную 5,15 *Мгц*. Поворот подвижной системы потенциометра вызывает изменение показаний соединенного с ним прибора, шкала которого может быть проградуирована в процентах влажности. Этот же потенциометр может быть следящей системой для автоматического регулирования режима сушки зерна в зависимости от его влажности.

Влагомер выполнен в виде двух блоков, соединенных между собой семижильным экранированным кабелем через штепсельный разъем, укрепленный на задней стенке корпуса потенциометра.

Все подстроечные конденсаторы должны быть с воздушным диэлектриком. Термокомпенсирующий конденсатор $C_{тк}$ с изоляцией из слюды состоит из двух биметаллических пластин размерами 6×24 *мм*. Конденсаторы C_{24}, C_{25}, C_{31} и C_{32} — группы М, а C_{13} — группы К.

Катушки L_1 и L_2 по 6,5 витков посеребренного провода диаметром 1 *мм*, намотанного с шагом 2 *мм* на ребристые керамические каркасы диаметром 18 *мм*. Катушка L_3 имеет 14 витков (провод ПЭЛ 0,2), намотанных на одном каркасе с катушкой L_2 на расстоянии 8 *мм* от его заземленного конца. Эту катушку покрывают полистироловым лаком. Катушки L_4, L_5, L_6 и L_7 намотаны на каркасах контуров ПЧ радиолы «Люкс» (двухсекционных) и содержат 2×20 витков провода ЛЭШО $7 \times 0,07$ для катушек L_4 и L_5 и ПЭЛ 0,12 для катушек L_6 и L_7. Дроссель $Др_1$ состоит из

4 × 20 витков провода ПЭЛ 0,12, намотанных на керамическом каркасе диаметром 5 *мм*, Реле P_1 — типа РСМ. Трансформатор питания от приемника «Рекорд-53». Конструкция датчика, конденсатора C_{20} и налаживание прибора подробно описаны в [Л. 8].

Высокочастотная сушка сельскохозяйственных продуктов

Благодаря росту мощности электростанций и возможности использования электрической энергии от энергосистем, стало рентабельным применение токов высокой частоты для сушки сельскохозяйственных продуктов и дезинсекции зерна.

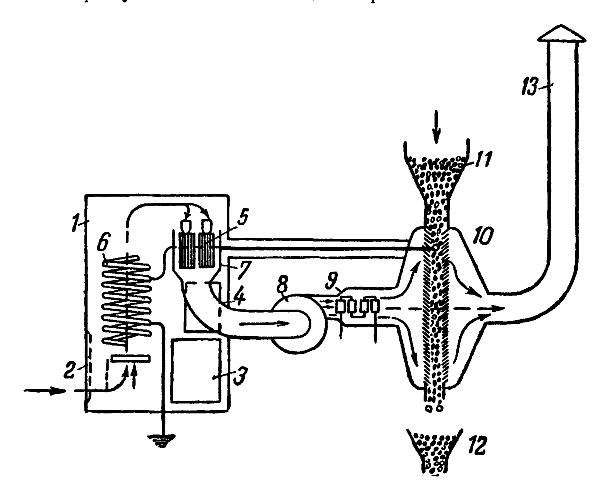


Рис. 16. Схема тепловысокочастотной установки.

1 — шкаф генератора высокой частоты; *2* — вход воздушного потока; *3* — анодный трансформатор; *4* — газотронный выпрямитель; *5* — генераторные лампы; *6* — катушка контура; *7* — камера охлаждения генераторных ламп; *8* — вентилятор охлаждения ламп; *9* — калорифер дополнительного нагрева воздуха; *10* — камера высокочастотного нагрева и сушки; *11* — загрузочный бункер; *12* — разгрузочный бункер; *13* — вытяжная труба.

При диэлектрическом нагреве достигается равномерное прогревание всей толщины слоя однородного материала. Для материалов с различной диэлектрической проницаемостью можно осуществить селективный нагрев. Так, например, если в зерне находятся вредители (долгоносик), то можно выбрать такой режим прогрева, при котором вредители погибают, а зерно сохраняет посевные качества.

Нагрев токами высокой частоты может применяться для сушки зерна, сена, чайных листьев, табака, фруктов, овощей, семян трав, шелковичных коконов, хлопка, древесины, а также для дезинсекции различных сельскохозяйственных продуктов.

Работы Всесоюзного научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ) показали, что для

этой цели может быть использован диапазон частот от 1 до 3 *Мгц*. Питать различные нагревательные камеры можно от одного генератора высокой частоты, что позволяет использовать одну высокочастотную установку для обслуживания нескольких колхозов в течение всего года при наименьшем количестве обслуживающего персонала.

Наиболее рентабелен комбинированный тепло-высокочастотный метод сушки и дезинсекции различных продуктов. В этом случае токи высокой частоты нагревают материал, а влага удаляется с помощью нагретого воздуха. На рис. 16 схематически показана установка для комбинированной сушки сыпучих материалов.

Комбинированная сушка продуктов происходит в 2—8 раз быстрее обычной тепловой или естественной.

Расход электрической энергии на испарение одного килограмма влаги составляет в среднем 1,5—2 *квт·ч* для большинства сельскохозяйственных продуктов. Высокочастотная сушка овощей и фруктов экономически выгодна, когда легко выпариваемая влага (до 25—30%) удаляется в обычных тепловых сушилках, а последующая досушка до требуемой влажности (10—11%) призводится токами высокой частоты. Применение вакуума позволяет повысить производительность сушильного предприятия в $1^1/_2$—2 раза и снизить расходы топлива на 30%. Расход электроэнергии на такую досушку составляет 0,5 *квт·ч* на 1 *кг* сухих овощей [Л. 2, 9].

Стерилизация плодовых консервов

В отличие от других способов нагрева, токи высокой частоты нагревают содержимое стеклянной банки одновременно и равномерно по всему объему, что во много раз ускоряет процесс стерилизации. Плодовые и ягодные консервы в стеклянных банках представляют собой диэлектрики с диэлектрической проницаемостью порядка 40—60. Допустимая напряженность электрического поля в банках не должна превышать 250—300 *в/см*. Оптимальный диапазон частот для стерилизации лежит в пределах от 25 до 35 *Мгц*. Удельная мощность, подводимая к нагреваемому материалу, составляет 3—7 *вт/см*^{3}. Скорость нагрева — около 1° С в секунду [Л. 10].

Выравнивание температуры нагрева всей банки достигается вращением ее вокруг собственной оси со скоростью 40—50 *об/мин*. Для уничтожения микрофлоры достаточно довести температуру нагрева до 85—90° С. Однако для каждого сорта продуктов имеется свой оптимальный предел температуры и времени нагрева. Высокочастотная стерилизационная установка непрерывного действия с полной автоматизацией работы состоит из высокочастотного генератора мощностью 50 *квт* и высокочастотного стерилизатора — машины ротационного типа с вращающимся ротором. На роторе имеются электроды с зажимным приспособлением для закрепления банок в их торцовой части. Производительность машины составляет 1 000 банок в 1 час, расход электроэнергии на стерилизацию полукилограммовой банки фруктовых консервов не превышает 0,1 *квт·ч*. Хотя стоимость высокочастотной стерилизации равна примерно стоимости паровой, значительный выигрыш получается благодаря улучшению качества продукции.

Дезинсекция зерна

Высокочастотный нагрев для дезинсекции зерна полностью уничтожает вредителей при сохранении семенных и продовольственных качеств продуктов. Так, при высокочастотной дезинсекции зерно необходимо нагревать только до температуры 54—55° С, при которой вредители гибнут. На частотах 1—2 *Мгц* дезинсекция длится от 12 до 210 *сек* в зависимости от напряженности электрического поля и влажности зерна. Средний расход электроэнергии на дезинсекцию 1 *т* зерна составляет 23—24 *квт·ч.*

При мощности генератора 40—50 *квт* производительность дезинсекционной установки достигает 3 *т* зерна в 1 *час.* Весьма эффективен комбинированный метод тепловой сушки с дополнительным нагревом токами высокой частоты для дезинсекции зараженного зерна.

Для уничтожения долгоносика на всех стадиях развития при частоте 1 *Мгц* и напряженности поля, равной 1,5 *кв/см,* зерно (влажностью 10—15% с начальной температурой нагрева 45—46° С) достаточно нагреть только до 54—55° С, на что потребуется 15—25 *сек.*

От генератора мощностью 10 *квт* для типовой сушилки можно получить дополнительный нагрев 2 *т* зерна в час. Расход электроэнергии составляет до 5 *квт·ч* на 1 *т* зерна [Л. 2].

Автоматический регулятор уровня жидкости и сыпучих материалов

Для автоматического регулирования уровня жидкости в баках и цистернах или сыпучих материалов в бункерах ВИЭСХ разработан простой прибор на полупроводниках [Л. 11].

Датчик состоит из двух термосопротивлений $R_{т1}$ и $R_{т2}$ (рис. 17), включенных параллельно в одно плечо измерительного моста. Параметры этих термосопротивлений подбираются такими, чтобы при погружении их в жидкость или в сыпучий материал возникало такое нарушение равновесия моста, при котором срабаты-

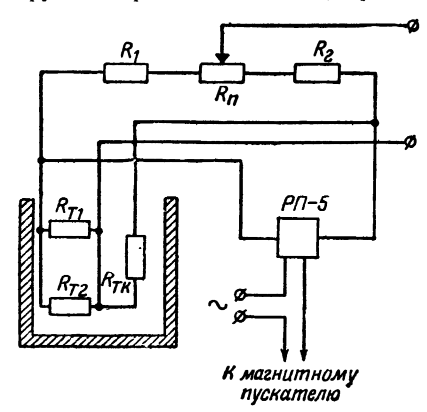


Рис. 17. Схема автоматического регулятора уровня.

вало бы поляризованное реле РП-5, включенное в одну из диагоналей моста непосредственно или через усилитель. Указанное реле должно управлять цепью промежуточного реле с магнитным пускателем. Остальные плечи моста образованы сопротивлениями R_1, R_2 и термосопротивлением $R_{тк}$, служащим температурным компенсатором. Мост настраивают потенциометром $R_п$.

Мост питается от сети переменного тока через стабилизатор напряжения, понижающий трансформатор и выпрямитель, не показанные на схеме.

Измеритель уровня

Интересна схема (рис. 18) электронного измерителя уровня ИУ-1, разработанного конструкторским технологическим бюро биофизической аппаратуры (СКТБ БФА) [Л. 12]. В измерителе исполь-

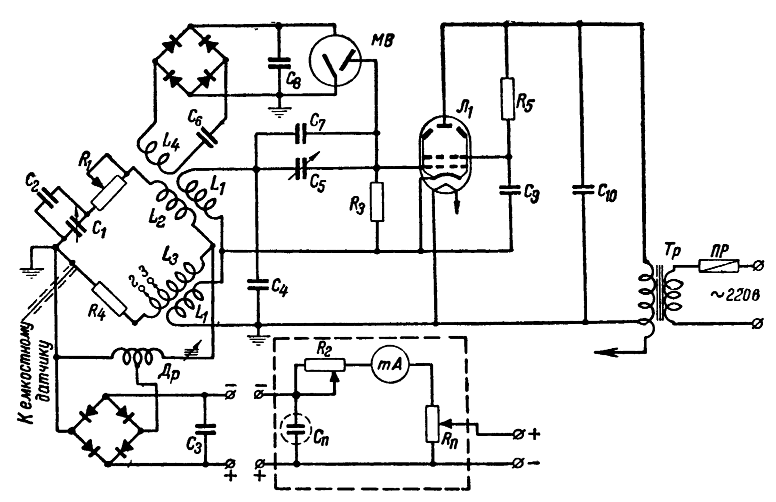


Рис. 18. Принципиальная схема измерителя уровня ИУ-1.

зуется емкостный датчик, поэтому схема его пригодна также для измерения и автоматического контроля величин, для которых могут быть использованы такие датчики.

Емкостный датчик с помощью коаксиального кабеля включен в одно из плеч измерительного моста, питаемого индуктивно катушками L_1 от генератора высокой частоты на лампе $Л_1$. Отводы от катушки L_3 позволяют выбирать пределы изменения емкости датчика (0—15, 0—100, 0—250 *пф*). Переменный конденсатор C_1 и сопротивление R_1 служат для балансировки моста. Высокочастотное напряжение разбаланса подается через выпрямитель и емкостный фильтр к миллиамперметру. К потенциометру $R_п$ можно подключить автоматическое устройство управления, например электронный потенциометр.

Для стабилизации высокочастотного напряжения использован магнитоэлектрический вольтметр *МВ*. Его подвижная система вместо стрелки имеет металлический флажок, образующий вместе с неподвижной пластиной конденсатор переменной емкости, величина которой зависит от напряжения, измеряемого вольтметром. Емкость вольтметра включена в сеточную цепь генераторной лампы $Л_1$. При изменении напряжения питания моста емкость между флажком и пластинкой изменяется до тех пор, пока не восстановится нормальное напряжение, питающее мост. Регулировка и налаживание такого прибора связаны с известными трудностями и могут быть осуществлены в хорошо оснащенной измерительными приборами лаборатории.

Прибор должен нормально работать при колебаниях напряжения электросети в пределах от —20 до +5% его номинальной величины.

РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ МАШИНАМИ

Автоматическое и дублерное вождение тракторов

На полях нашей страны работают сотни тысяч тракторов, поэтому большое значение приобретает дублерный способ управления (вождение нескольких тракторов одним трактористом). При этом один из тракторов ведущий, а остальные ведомые. Последние получают команды с помощью радиоэлектронных устройств. Расстояние между машинами бывает обычно порядка 15—25 *м*.

Автоматическое, а особенно дублерное управление облегчает труд механизаторов, увеличивает производительность труда и загрузку машин и сокращает сроки сельскохозяйственных работ.

Основные системы дублерного дистанционного управления тракторами с применением электронной аппаратуры следующие: индукционная, фотоэлектрическая, а также управление по радио с применением ультракоротких волн.

Индукционная система. В индукционной системе управления движением трактора [Л. 13] используется кабель, заранее проложенный по земле по трассе его движения (рис. 19). По кабелю пропускается переменный ток от генератора *1*. В передней части трактора по обе стороны от его продольной оси на высоте 20 *см* от поверхности земли укреплены две индукционные катушки L_1 и L_2. При прохождении трактора над кабелем в катушках наводится э. д. с., пропорциональная расстоянию катушек от кабеля. От катушек э. д. с. поступает на вход усилителей *2* и *3*. Ток с выхода уси-

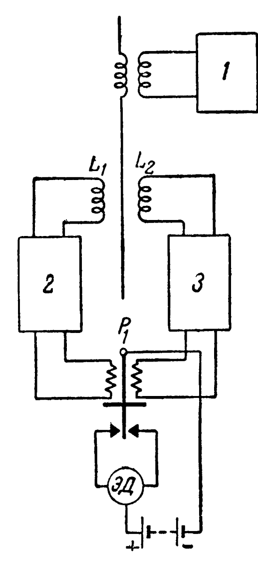


Рис. 19. Блок-схема индукционного управления трактором.

лителей питает обмотки дифференциального реле P_1, которое замыкает контакты электродвигателя *ЭД*, управляющего механизмом поворота трактора. При одинаковом расстоянии обеих катушек от кабеля контакты реле разомкнуты и трактор движется прямолинейно.

В другой конструкции этой же системы в индукционных катушках наводятся э. д. с., направленные навстречу друг другу. Если продольная ось трактора находится точно над кабелем, суммарная э. д. с. обеих катушек равна нулю. При отклонении трактора в сторону наведения в катушках э. д. с. окажется разной величины, возникнет ток рассогласования, который после усиления поступит на соленоиды, управляющие клапанами гидроусилителя рулевого управления. Механизм поворачивает трактор до тех пор, пока в обеих катушках не будет индуктироваться одинаковая э. д. с.

Индукционная система автоматического вождения пригодна для движения трактора по определенным маршрутам, например, для перевозки корма от силосохранилища до скотного двора и т. п.

Эта система может быть использована, например, для вождения трактора ДТ-20В при обработке виноградников.

Фотоэлектрическая система. Эта система автоматического управления движением применима на самоходных комбайнах, сенокосилках и других машинах. Она состоит из фотоэлементов, реле и электронных усилителей, которые усиливают сигналы, управляющие исполнительными механизмами машины (двигателей или гидравлических механизмов).

Направление движения комбайна задается границей нескошенной культуры. Командные сигналы вырабатываются группой фотоэлементов в зависимости от взаимного положения этой границы, фотоэлементов и источников света [Л. 13]. Сложность электронной схемы этой системы ограничивает возможности ее применения.

Управление по радио. Система дистанционного управления трактором по радио, разработанная предприятием «Промавтоматика» Красноярского совнархоза на базе автоматического управления трактором, предложенного И. Логиновым, состоит из трех взаимосвязанных систем — гидравлической, электрической и радиоуправления.

В систему радиоуправления трактором входит передающая и приемная части, работающие в УКВ диапазоне. Тракторист нажатием соответствующей кнопки может передать на ведомый трактор шесть команд в виде сигналов, модулированных колебаниями звуковой частоты от 200 до 325 *гц* и означающих «Поворот налево», «Поворот направо», «Прямо», «Стоп», «Подъем» и «Опускание» навесного орудия. Передатчик и генератор звуковой частоты питаются от аккумуляторной батареи через вибропреобразователь.

Приемная часть (рис. 20), расположенная на управляемом тракторе, состоит из радиоприемника *1* с гибкой антенной, аккумулятора *2*, резонансного реле *3*, группы поляризованных реле *4* и группы мощных реле *5*, включающих исполнительные устройства управления трактором [Л. 14].

Специальное резонансное реле представляет собой электромагнит, к якорю которого прикреплены шесть плоских язычков. Собственные частоты колебаний язычков соответствуют шести модулирующим частотам, соответствующим шести командным сигналам.

Язычок, совершающий наибольшие колебания (резонансные), замыкает собой контакты цепи соответствующего поляризованного реле 4. Опыт показал, что более надежна частотно-избирательная система, которая должна быть построена на резонансных индуктивно-емкостных фильтрах [Л. 21].

Трактор Т50А для работы в виноградниках управляется по радио на расстоянии до 200 *м* и по кабелю на расстоянии 20 *м*.

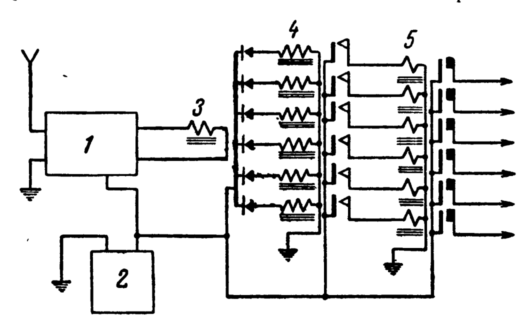


Рис. 20. Приемная часть радиоуправляемого трактора.

Один оператор, управляя несколькими такими тракторами, может подавать команды о подъеме и опускании навесных систем, о включении и выключении опрыскивателей.

Чтобы при дублерном управлении движущимися тракторами своевременно обнаружить предаварийные стуки в двигателе ведомого агрегата, В. А. Гурьянов и С. А. Литинский предложили установить на двигателе ведомого трактора микрофон с усилителем, сигналы которого по специальному каналу телеконтроля передаются на прибор в кабине ведущего трактора.

Радиоуправление тракторами за рубежом

Работы по радиоуправлению сельскохозяйственными машинами ведутся также в США, Великобритании и ФРГ.

В англо-американской системе управления по радио на ведомом тракторе устанавливается антенна, радиоприемник, гидравлическая система и сервопривод. Радиоаппаратура питается от шестивольтного аккумулятора. Командные сигналы передаются на частоте 27 *Мгц*. При приеме ложного сигнала и при выходе трактора из зоны действия передатчика срабатывают выключатели, останавливающие двигатель. Об исполнении команд сигнализируют три контрольные лампы. Трактором можно управлять по радио на расстоянии до 1 600 *м*. Семь кнопок у передатчика позволяют передавать команды на сцепление, поворот, подъем и опускание прицепных орудий и остановку тракторов.

Так же работает система дистанционного управления тракторами и прицепным инвентарем в ФРГ. Команды по радио передаются с ведущего на четыре ведомых трактора. Они приводят в дей-

ствие гидравлическую систему передач для необходимых переключений. Исполнение команд сигнализируется разноцветными лампами. Ведущий трактор может идти впереди колонны или находиться на краю поля.

Радиоинтерференционное устройство для посева

Попытка избавиться от мерной проволоки привела к созданию различных способов автоматизации квадратно-гнездового посева с применением радиолокационного, радиоинтерференционного, ультразвукового, фотоэлектрического и других способов. Испытания радиосеялки с радиолокационным устройством показали, что ее электронный механизм слишком сложен Более удобным оказался радиоинтерференционный способ, разработанный в Новосибирском электротехническом институте связи. Он основан на радиоинтерференционном методе измерения расстояний, созданном советскими радиофизиками А. И. Мандельштамом и Н. Д. Папалекси [Л. 15].

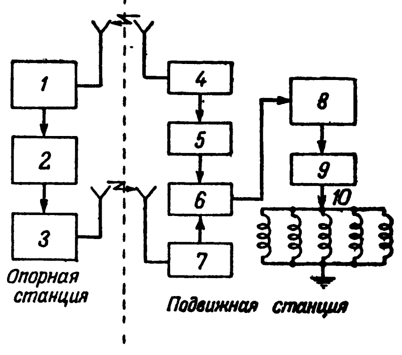


Рис. 21. Блок-схема радиоинтерференционной установки.

При этом способе применяются две станции — подвижная, установленная на тракторе, и опорная, устанавливаемая в начале гона на специальной тележке. После того как трактор доедет до конца гона и вернется назад (обработает две полосы), тележку перемещают поперек гона для обработки следующих двух полос.

На сеялке установлен радиоотметчик, сигналы от которого идут к клапанам сеялки. Такая радиосеялка одинаково точно работает при любой длине гона, так как ошибки измеряемого расстояния не накапливаются.

Передатчик подвижной станции *4* (рис. 21) излучает колебания, длина волны которых равна 16,8 *м* (кратна 70-*см* расстоянию, через которое ведется сев). Принятые приемником *1* колебания после умножения частоты в умножителе *2* через передатчик *3* передаются к приемнику *7*, а затем на фазометр *6*. К нему же одновременно поступают колебания с передатчика *4* после умножения частоты в умножителе *5*. В фазометре *6* оба колебания сравниваются по фазе. Во время движения трактора вдоль гона напряжение на выходе фазометра меняется. При каждом изменении расстояния от трактора до опорной станции на 70 *см* срабатывает электронное реле *8*, воздействующее на более мощное тиратронное реле *9*, которое в свою очередь включает электромагнитный привод сеялки *10*, мгновенно открывающий клапаны высевающего устройства.

Точность квадратов не зависит от скорости движения трактора, качества обработки почвы, микрорельефа местности и квалификации механизатора. Эксплуатация устройства не требует специальных

знаний от сеяльщика и тракториста. Трактористу необходимо лишь включить радиоотметчик в начале сева и выключить его после окончания работы. Выключатели питания подвижной станции и электромагнитов расположены на пульте тракториста. При каждом срабатывании реле высевающего аппарата на пульте вспыхивает контрольная неоновая лампа. Ошибка в разметке гнезд не превышает ±7 *см* и не зависит от длины гона.

Радиоинтерференционный способ квадратно-гнездового посева наиболее целесообразно применять на больших массивах, где одновременно могут работать несколько агрегатов, каждый из которых должен иметь свою опорную станцию.

Ультразвуковое устройство для посева

Это устройство для квадратно-гнездового посева работает при совпадениях момента излучения ультразвукового импульса с моментом приема импульса от резонансного отражателя. Частота по-

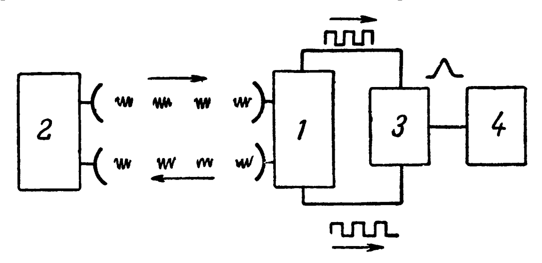


Рис. 22. Блок-схема ультразвукового устройства для квадратно-гнездового посева.

сылок импульсов применяется такой, чтобы это совпадение происходило только в случае, когда расстояние между сеющим агрегатом и отражателем кратно или равно заданному расстоянию между высевами (гнездами).

На сеющем аппарате установлен прибор *1* (рис. 22), излучающий ультразвуковые импульсы определенной длительности и скважности. На опорном пункте установлен резонансный отражатель *2*, который принимает ультразвуковые импульсы, усиливает их и излучает в обратном направлении.

Принятые прибором *1* отраженные импульсы вместе с прямыми импульсами подаются на сравнивающее устройство *3*, фиксирующее моменты совпадения фаз обоих импульсов и посылающее импульсы на исполнительный механизм сеялки *4* — электромагнитный привод клапанов высевающего аппарата. Это устройство, как сообщают его авторы [Л. 16], проще и точнее радиоспособов квадратно-гнездового посева.

Фотоэлектронное устройство для посева

В этом устройстве (рис. 23), разработанном в Ленинградском сельскохозяйственном институте [Л. 17], используется фотоэлемент *1* с усилителем *2* для подачи сигналов на коммутатор *3* при

прохождении фотоэлемента над метками *10* из светлого или белого сыпучего материала (гранулированный суперфосфат). Эти сигналы используются не для подачи команд на клапаны высевающего аппарата, а только для коррекции работы электромеханического аппарата высева Он состоит из блока реле *4*, следящего двигателя *5*, дифференциала *6*, мерного колеса *7*, исполнительного устройства *8* и высевающих механизмов *9*. Метка *10* для следующего ряда вы-

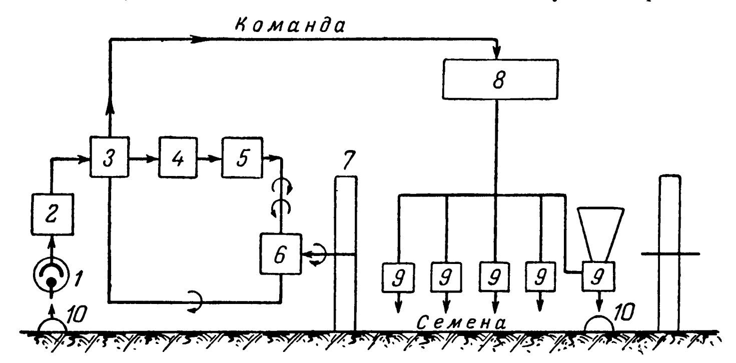


Рис. 23. Функциональная схема фотоэлектрической системы квадратно-гнездового посева.

кладывается на линии одновременно с высевом семян предыдущего ряда. Электронная часть системы состоит из фотоэлемента СЦВ-51 и импульсного трехкаскадного усилителя на сопротивлениях, собранного на лампах 6Н2П.

Два каскада работают усилителем напряжения, а третий — усилителем мощности. Ширина полосы пропускания усилителя соответствует рабочим импульсам длительностью 0,01—0,03 *сек*. Диапазон освещенности меток от 1 000 до 100 000 *лк*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чудновский А. Ф, Шлимович Б. М., Полупроводниковые приборы в сельском хозяйстве, Сельхозиздат, 1961.

2. Применение электрической энергии в сельском хозяйстве, под редакцией действительного члена, академика ВАСХНИЛ, доктора техн. наук М. Г. Евреинова, Сельхозгиз, 1958.

3. Шорников Е. А, Универсальный автоматический регулирующий и контролирующий прибор на полупроводниках, Сборник «Радиоэлектронные приборы в народном хозяйстве», Массовая радиобиблиотека, вып. 349, Госэнергоиздат, 1959.

4. Электроника в животноводстве, «Радио», 1963, № 3.

5. Шааф А., Измерение толщины спинного шпика у живых свиней при помощи ультразвука, «Животноводство», 1960, № 10, стр. 88—90.

6. Ладан П. Е, Краснов М. Е., Бондарев Г. Ф., Использование в свиноводстве ультразвука, «Свиноводство», 1962, № 3, стр. 31—34.

7. Берлинер М. Л., Электрические методы и приборы для измерения и регулирования влажности, Госэнергоиздат, 1960.
8. Платонов П, Пикерсгиль А., Автоматический электронный влагомер для определения влажности зерна, «Радио», 1962, № 8.
9. Буачидзе С. И., Сушка плодов токами высокой частоты, Труды Азербайджанского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства, 1961, № 2, стр. 201—208.
10. Брицын Н. Л, Нагрев в электрическом поле высокой частоты, Машгиз, 1954.
11. Церих Ф. А., Полупроводниковый автоматический регулятор уровня, Сборник научно-технической информации по электрификации сельского хозяйства, ВИЭСХ, 1961, № 11.
12. Самостоятельное конструкторское технологическое бюро биологической аппаратуры СКТБ БФА, Электронный измеритель уровня ИУ-1, Инструкция по эксплуатации, Москва, 1957.
13. Русинов Ф. М., Попов Л. Г., Автоматизация управления тракторами и самоходными сельскохозяйственными машинами, Машгиз, 1959.
14. Мельник С., Радиотракторист, «Техника молодежи», 1959, № 11.
15. Бовман Ф., Немченко Н., Шейнман Д., Чернышев В., Хенкин М, Касаткин Г., Радиоотметчик для управления квадратно-гнездовой сеялкой без мерной проволоки, «Техника в сельском хозяйстве», 1960, № 5.
16. Шварцман Л. М, Кобяков О. С., Костин Ю. П., Квадратно-гнездовой сев с помощью автоматического электронного устройства, Изв. АН УзССР — серия технических наук, 1960, № 3.
17. Полевицкий К. А., Полевицкий К. К., Фотоэлектрическая следящая система для квадратного и квадратно-гнездового посева, «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства», 1962, № 1.
18. Вайсман М., Математика — сельскому хозяйству, «Наука и жизнь», 1962, № 3.
19. Ганелин А., Радиоэлектронику на службу сельскому хозяйству, «Техника в сельском хозяйстве», 1962, № 2 и 3.
20. Литинский С. А., Индукционный траектограф, Сборник научно-технической информации по электрификации сельского хозяйства ВИЭСХ, 1961, № 10.
21. Гурьянов В. А., Литинский С. А., Радиоустановка для дублерного управления трактором, «Радио», 1960, № 4, 58—60.
22. Гурьянов В. А, Новые установки дублерного управления автоматизированными тракторными агрегатами, Сборник научно-технической информации по электрификации сельского хозяйства ВИЭСХ, 1961, № 11.

Цена 08 коп.